



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 062 514 A1** 2007.03.29

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 062 514.2**  
(22) Anmeldetag: **27.12.2005**  
(43) Offenlegungstag: **29.03.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 33/00** (2006.01)  
**H01L 31/0232** (2006.01)

(66) Innere Priorität:  
**10 2005 046 368.1 28.09.2005**

(71) Anmelder:  
**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93049  
Regensburg, DE**

(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München**

(72) Erfinder:  
**Oberschmid, Raimund, Dr., 93161 Sinzing, DE;  
Eisert, Dominik, Dr., 93049 Regensburg, DE;  
Linder, Norbert, Dr., 93173 Wenzenbach, DE**

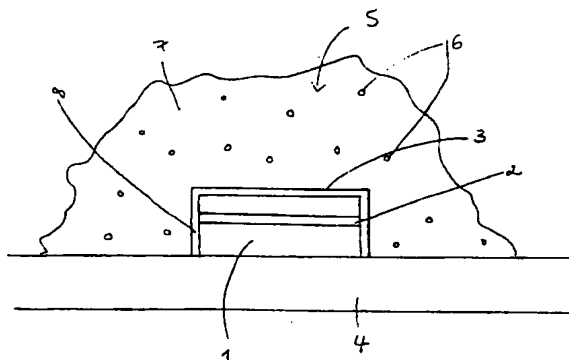
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:  
**US 61 55 699 A  
EP 16 01 027 A2  
WO 04/0 68 598 A2  
WO 98/54 930 A2  
WO 01/24 283 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Optoelektronisches Bauelement**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein optoelektronisches Bauelement mit einem Halbleiterkörper (1), der eine aktive Halbleiterschichtenfolge (2) umfasst offenbart, die geeignet ist, elektromagnetische Strahlung einer ersten Wellenlänge zu erzeugen, die von einer Vorderseite (3) des Halbleiterkörpers (1) emittiert wird. Weiterhin umfasst das Bauelement einen dem Halbleiterkörper (1) in dessen Abstrahlrichtung nachgeordneten ersten Wellenlängenkonversionsstoff (6), der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer von der ersten Wellenlänge verschiedenen zweiten Wellenlänge umwandelt und eine erste selektiv reflektierende Schicht (8) zwischen der aktiven Halbleiterschichtenfolge (2) und dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff (6), die Strahlung der zweiten Wellenlänge selektiv reflektiert und für Strahlung der ersten Wellenlänge durchlässig ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement mit Wellenlängenkonversionsstoff.

**[0002]** Strahlungsemittierende optoelektronische Bauelemente mit Wellenlängenkonversionsstoff sind beispielsweise in der Druckschrift WO 97/50132 beschrieben. Ein solches optoelektronisches Bauelement umfasst einen Halbleiterkörper, der elektromagnetische Strahlung emittiert und einen Wellenlängenkonversionsstoff, der einen Teil dieser Strahlung in Strahlung anderer, in der Regel größerer, Wellenlängen umwandelt.

**Stand der Technik**

**[0003]** Wie beispielsweise in der Druckschrift DE 101 42 009 A1 beschrieben, kann die Strahlung des Halbleiterkörpers aus dem kurzwelligen ultravioletten Spektralbereich stammen. Da ultraviolette Strahlung in der Regel das menschliche Auge schädigt, wird in der Druckschrift DE 101 42 009 A1 vorgeschlagen, dem Wellenlängenkonversionsstoff in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers eine UV-undurchlässige Schicht nachzuordnen, die vorzugsweise einseitig oder beidseitig reflektierend für ultraviolette Strahlung ausgebildet ist.

**Aufgabenstellung**

**[0004]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein optoelektronisches Bauelement mit Wellenlängenkonversionsstoff anzugeben, das eine hohe Effizienz aufweist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch ein optoelektronisches Bauelement mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungen des optoelektronischen Bauelementes sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 26 angegeben.

**[0006]** Ein optoelektronisches Bauelement mit hoher Effizienz umfasst insbesondere:

- einen Halbleiterkörper, der eine aktive Halbleiterschichtenfolge umfasst, die geeignet ist, elektromagnetische Strahlung einer ersten Wellenlänge zu erzeugen, die von einer Vorderseite des Halbleiterkörpers emittiert wird,
- einen dem Halbleiterkörper in dessen Abstrahlrichtung nachgeordneten ersten Wellenlängenkonversionsstoff, der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer von der ersten Wellenlänge verschiedenen zweiten Wellenlänge umwandelt, und
- eine erste selektiv reflektierende Schicht zwischen der aktiven Halbleiterschichtenfolge und dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff, die

Strahlung der zweiten Wellenlänge selektiv reflektiert und für Strahlung der ersten Wellenlänge durchlässig ist.

**[0007]** Mit Hilfe der ersten selektiv reflektierenden Schicht, die zwischen der aktiven Halbleiterschichtenfolge und dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff angeordnet ist, wird die Effizienz des Bauelementes vorteilhafterweise erhöht, da diese verhindert, dass konvertierte Strahlung der zweiten Wellenlänge in die aktive Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterkörpers zurück reflektiert und dort absorbiert wird.

**[0008]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die erste selektiv reflektierende Schicht monolithisch in die strahlungsemittierende Vorderseite des Halbleiterkörpers integriert. Bei dieser Ausführungsform wird die erste selektiv reflektierende Schicht in der Regel mit Prozessen hergestellt, die auch zur Herstellung des Halbleiterkörpers verwendet werden oder mit diesen gut kompatibel sind, wie beispielsweise Sputtern oder epitaktisches Wachstum. Hierdurch wird vorteilhafterweise ein technisch einfacher Herstellungsprozess ermöglicht.

**[0009]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die erste selektiv reflektierende Schicht auch seitlich des Halbleiterkörpers ausgebildet, beispielsweise auf der Bodenfläche eines Bauelementgehäuses oder eines Trägers, auf den der Halbleiterkörper montiert ist. Ist der Halbleiterkörper in die Ausnehmung eines Bauelementgehäuses mit Seitenflächen montiert, so sind bevorzugt auch die die Ausnehmung begrenzenden Seitenflächen des Halbleiterkörpers mit der ersten selektiv reflektierenden Schicht versehen. Durch die Ausbildung der ersten selektiv reflektierenden Schicht seitlich des Halbleiterkörpers wird vorteilhafterweise konvertierte Strahlung in den Halbleiterkörper oder zur Vorderseite des Bauelementes reflektiert, die ansonsten von dem Bauelementgehäuse absorbiert wird.

**[0010]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist seitlich des Halbleiterkörpers alternativ zu der ersten selektiv reflektierenden Schicht eine weitere glatt oder diffus reflektierende Schicht ausgebildet. Diese ist bevorzugt so ausgebildet, dass sie Strahlung eines deutlich größeren Wellenlängenbereiches reflektiert, der bevorzugt konvertierte und unkonvertierte Strahlung umfasst. So wird mit Vorteil auch die Absorption unkonvertierter Strahlung, beispielsweise durch das Material eines Bauelementgehäuses oder Trägers auf den der Halbleiterkörper montiert ist, deutlich verringert. Als weitere reflektierende Schicht wird bevorzugt eine Metallschicht eingesetzt, die beispielsweise Gold oder Silber aufweist. Gegenüber der ersten selektiv reflektierenden Schicht kann die weitere reflektierende Schicht in der Regel deutlich einfacher hergestellt

werden, da die Anforderungen an ihre Reflektivität geringer sind.

**[0011]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform stammt die erste Wellenlänge aus dem ultravioletten, blauen oder grünen Spektralbereich. Da Wellenlängenkonversionsstoffe Strahlung in der Regel in Strahlung größerer Wellenlängen umwandeln sind in Verbindung mit der Anwendung mit Wellenlängenkonversionsstoffen Wellenlängen aus dem kurzwelligen Ende des sichtbaren Spektralbereichs und des ultravioletten Spektralbereichs besonders geeignet.

**[0012]** Ein Halbleiterkörper der geeignet ist, ultraviolette, blaue und/oder grüne Strahlung zu emittieren, umfasst in der Regel eine aktive Schichtenfolge, die auf einem Nitrid- oder Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial basiert.

**[0013]** Mit dem Begriff „aktive Schichtenfolge, die auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial basiert“ ist im vorliegenden Zusammenhang eine aktive Schichtenfolge gemeint, die ein Nitrid-III-Verbindungshalbleitermaterial umfasst, vorzugsweise  $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{N}$ , wobei  $0 \leq n \leq 1$ ,  $0 \leq m \leq 1$  und  $n + m \leq 1$ . Dabei muss dieses Material nicht zwingend eine mathematisch exakte Zusammensetzung nach obiger Formel aufweisen. Vielmehr kann es insbesondere ein oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen, die die charakteristischen physikalischen Eigenschaften von  $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{N}$ -Material im Wesentlichen nicht ändern. Der Einfachheit halber beinhaltet obige Formel jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters (Al, Ga, In, N), auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt sein können.

**[0014]** Weiterhin ist mit dem Begriff „aktive Schichtenfolge, die auf einem Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial basiert“ im vorliegenden Zusammenhang eine aktive Schichtenfolge gemeint, die ein Phosphid-III-Verbindungshalbleitermaterial umfasst, vorzugsweise  $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{P}$ , wobei  $0 \leq n \leq 1$ ,  $0 \leq m \leq 1$  und  $n + m \leq 1$ . Dabei muss dieses Material nicht zwingend eine mathematisch exakte Zusammensetzung nach obiger Formel aufweisen. Vielmehr kann es insbesondere ein oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen, die die charakteristischen physikalischen Eigenschaften von  $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{P}$ -Material im Wesentlichen nicht ändern. Der Einfachheit halber beinhaltet obige Formel jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters (Al, Ga, In, P), auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt sein können.

**[0015]** Die aktive Schichtenfolge des Halbleiterkörpers ist beispielsweise epitaktisch gewachsen und umfasst bevorzugt einen pn-Übergang, eine Doppel-

heterostruktur, einen Einfachquantentopf oder besonders bevorzugt eine Mehrfachquantentopfstruktur (MQW) zur Strahlungserzeugung. Die Bezeichnung Quantentopfstruktur beinhaltet hierbei keine Angabe über die Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst somit unter anderem Quantentröge, Quantendrähte und Quantenpunkte und jede Kombination dieser Strukturen.

**[0016]** Beispiele für MQW-Strukturen sind in den Druckschriften WO 01/39282, US 5,831,277, US 6,172,382 B1 und US 5,684,309 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

**[0017]** Als Halbleiterkörper kann zum Beispiel ein Leuchtdiodenchip (kurz „LED-Chip“) verwendet werden.

**[0018]** Stammt die erste Wellenlänge aus dem sichtbaren Spektralbereich, beispielsweise aus dem blauen oder grünen Spektralbereich, so emittiert das Bauelement bevorzugt Mischstrahlung, die Strahlung der ersten Wellenlänge und Strahlung der zweiten Wellenlänge umfasst. Durch Wahl und Konzentration des Wellenlängenkonversionsstoffes werden so Bauelemente hergestellt, deren Farbort in weiten Bereichen eingestellt werden kann. Besonders bevorzugt umfasst die Mischstrahlung Strahlung derart unterschiedlicher Farben, dass der Farbort der Mischstrahlung im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel liegt.

**[0019]** Besonders bevorzugt wird ein Halbleiterkörper verwendet, der Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich emittiert in Verbindung mit einem Wellenlängenkonversionsstoff, der diese blaue Strahlung in Strahlung einer zweiten Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich umwandelt. So ist mit Vorteil auf technische einfache Art und Weise ein optoelektronisches Bauelement realisierbar, das Mischstrahlung mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel aussendet.

**[0020]** Emittiert der verwendete Halbleiterkörper jedoch nur Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem nicht-sichtbaren Spektralbereich, beispielsweise aus dem ultravioletten, so wird eine möglichst vollständige Konversion dieser Strahlung angestrebt, da diese nicht zur Helligkeit des Bauelementes beiträgt. Im Fall von kurzwelliger Strahlung, wie UV-Strahlung, kann diese sogar das menschliche Auge schädigen. Aus diesem Grund sind bei solchen Bauelementen bevorzugt Maßnahmen vorgesehen, die verhindern sollen, dass das Bauelement kurzwellige Strahlung aussendet. Solche Maßnahmen können zum Beispiel Absorberpartikel oder reflektierende Elemente sein, die dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers nachgeordnet sind und die unerwünschte kurzwellige Strahlung ab-

sorbieren oder zurück zum Wellenlängenkonversionsstoff reflektieren.

**[0021]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauelement einen zweiten Wellenlängenkonversionsstoff, der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer von der ersten und zweiten Wellenlänge verschiedenen dritten Wellenlänge umwandelt.

**[0022]** Wie bereits oben erläutert, wird bei Verwendung eines Halbleiterkörpers, der nur Strahlung einer ersten Wellenlänge aus nicht-sichtbaren Spektralbereichen emittiert, wie beispielsweise ultraviolette Strahlung, in der Regel eine möglichst vollständige Konversion dieser Strahlung angestrebt. Durch den Einsatz eines zweiten Wellenlängenkonversionsstoffes, der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer von der ersten und der zweiten Wellenlänge verschiedenen dritten Wellenlänge umwandelt, ist es vorteilhafterweise möglich ein Bauelement zu erzielen, das Mischstrahlung aus Strahlung der zweiten und Strahlung der dritten Wellenlänge aussendet. Stammt die erste Wellenlänge aus dem ultravioletten Spektralbereich, wird bevorzugt ein erster Wellenlängenkonversionsstoff ausgewählt, der einen Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer zweiten Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich umwandelt und ein zweiter Wellenlängenkonversionsstoff, der den restlichen Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer dritten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich umwandelt.

**[0023]** Umfasst das Bauelement einen Halbleiterkörper, der nur Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem nicht-sichtbaren, ultravioletten Spektralbereich aussendet, so werden Maßnahmen, die verhindern sollen, dass das Bauelement kurzwellige Strahlung aussendet, bevorzugt allen Wellenlängenkonversionsstoffen in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers nachgeordnet.

**[0024]** Emittiert der Halbleiterkörper Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem sichtbaren Spektralbereich, so emittiert das optoelektronische Bauelement bei Verwendung eines zweiten Wellenlängenkonversionsstoffes bevorzugt Mischstrahlung, die Strahlung der ersten, zweiten und dritten Wellenlänge aufweist. Bei einem solchen Bauteil kann vorteilhafterweise der Farbort der Mischstrahlung in besonders großen Bereichen der CIE-Normfarbtafel eingestellt werden.

**[0025]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind der Halbleiterkörper, der erste Wellenlängenkonversionsstoff und der zweite Wellenlängenkonversionsstoff so aufeinander abgestimmt, dass die erste Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich, die zweite Wellenlänge aus dem roten Spektralbereich und die dritte Wellenlänge aus dem grünen Spektralbereich

stammen. Auf diese Weise kann Mischstrahlung mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel erzeugt werden.

**[0026]** Bei der Verwendung eines zweiten Wellenlängenkonversionsstoffes ist die erste selektiv reflektierende Schicht bevorzugt so ausgebildet, dass sie neben der Strahlung der zweiten Wellenlänge auch die Strahlung der dritten Wellenlängen selektiv reflektiert, damit auch die von dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff konvertierte Strahlung vorteilhafterweise nicht in der aktiven Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterkörpers absorbiert wird.

**[0027]** Besonders bevorzugt emittiert das optoelektronische Bauelement Mischstrahlung mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel, da diese vielfältig Anwendung finden, wie beispielsweise bei der Hinterleuchtung von Displays oder bei der Beleuchtung von Fahrzeugen.

**[0028]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Halbleiterkörper mit einer für die Strahlung des Bauelementes durchlässigen Umhüllung versehen, die den Halbleiterkörper beispielsweise gegen mechanische und chemische Umwelteinflüsse schützt.

**[0029]** Bei einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform ist der erste Wellenlängenkonversionsstoff von der Umhüllung umfasst. Alternativ kann der erste Wellenlängenkonversionsstoff auch von einer Wellenlängenkonversionsschicht umfasst sein. Eine Wellenlängenkonversionsschicht bietet den Vorteil, dass diese einfach reproduzierbar herzustellen ist und weiterhin zu einem weitgehend homogenen Farbeindruck des Bauelementes beiträgt, da die Weglänge der Strahlung innerhalb einer Wellenlängenkonversionsschicht gegenüber der Weglänge in einer Umhüllung auf einfache Weise vereinheitlicht ist. Besonders bevorzugt weist die Wellenlängenkonversionsschicht eine konstante Dicke auf, da dieser Effekt dann vorteilhafterweise besonders zum Tragen kommt.

**[0030]** Wird ein zweiter Wellenlängenkonversionsstoff verwendet, so kann die Umhüllung oder die erste Wellenlängenkonversionsschicht zusätzlich zu dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff auch den zweiten Wellenlängenkonversionsstoff beinhalten. Weiterhin ist es möglich, dass der zweite Wellenlängenkonversionsstoff von einer zweiten Wellenlängenkonversionsschicht umfasst wird. Auch die zweite Wellenlängenkonversionsschicht weist aus den oben genannten Gründen bevorzugt eine konstante Dicke auf.

**[0031]** Bevorzugt ist eine der Wellenlängenkonversionsschichten angrenzend an den Halbleiterkörper angeordnet.

**[0032]** Besonders bevorzugt weist die Umhüllung ein Matrixmaterial und der erste und/oder zweite Wellenlängenkonversionsstoff Partikel auf, die in dem Matrixmaterial der Umhüllung eingebettet sind. Besonders bevorzugt sind die Partikel des ersten und ggf. des zweiten Wellenlängenkonversionsstoffes homogen in dem Matrixmaterial verteilt, da dies die Homogenisierung des Farbeindrucks des Bauelementes vorteilhafterweise vereinfacht.

**[0033]** Auch die erste und/oder ggf. die zweite Wellenlängenkonversionsschicht weist bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung des Bauelements ein Matrixmaterial auf und der erste und/oder zweite Wellenlängenkonversionsstoff Partikel, die in dem Matrixmaterial der ersten und/oder ggf. der zweiten Wellenlängenkonversionsschicht eingebettet und besonders bevorzugt homogen verteilt sind.

**[0034]** Sind zwei Wellenlängenkonversionsstoffe in dem Bauelement verwendet, so sind diese bei einer Ausführungsform räumlich getrennt angeordnet, derart, dass das Bauelement zwei voneinander verschiedene Bereiche umfasst, von denen jeder nur einen der beiden Wellenlängenkonversionsstoffe aufweist. So können die beiden Wellenlängenkonversionsstoffe beispielsweise räumlich getrennt voneinander angeordnet werden, indem der erste Wellenlängenkonversionsstoff in der Umhüllung des Halbleiterkörpers enthalten ist und der zweite Wellenlängenkonversionsstoff in einer zweiten Wellenlängenkonversionsschicht angrenzend an den Halbleiterkörper. Weiterhin ist es möglich, die zwei Wellenlängenkonversionsstoffe räumlich getrennt anzuordnen, indem diese von zwei verschiedenen Wellenlängenkonversionsschichten umfasst werden, von denen eine beispielsweise angrenzend an den Halbleiterkörper angeordnet und die andere dieser in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers nachgeordnet ist.

**[0035]** Sind die beiden Wellenlängenkonversionsstoffe räumlich getrennt angeordnet, so sind der Bereich, der den ersten Wellenlängenkonversionsstoff enthält und der Bereich, der den zweiten Wellenlängenkonversionsstoff enthält, besonders bevorzugt der strahlungsemitierenden Vorderseite des Halbleiterkörpers so nachgeordnet, dass die Wellenlänge in die Strahlung der ersten Wellenlänge von dem jeweiligen Wellenlängenkonversionsstoff konvertiert wird, vom Halbleiterkörper her gesehen in dessen Abstrahlrichtung jeweils kürzer ist als die Wellenlänge in die der bezüglich der Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers vorangehenden Wellenlängenkonversionsstoff die Strahlung der ersten Wellenlänge konvertiert. Eine derart räumlich getrennte Anordnung der Wellenlängenkonversionsstoffe bietet den Vorteil, dass Absorption von bereits von dem einen Wellenlängenkonversionsstoff konvertierter Strahlung durch den anderen Wellenlängenkonversionsstoff besonders effektiv verringert werden kann.

**[0036]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff und ggf. dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers eine zweite selektiv reflektierende Schicht nachgeordnet, die einen vorgegeben Anteil der Strahlung der ersten Wellenlänge selektiv reflektiert und für einen weiteren Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge sowie für Strahlung der zweiten Wellenlänge und ggf. für Strahlung der dritten Wellenlänge durchlässig ist. Mit Hilfe einer solchen zweiten selektiv reflektierenden Schicht kann die Wahrscheinlichkeit erhöht werden, dass Strahlung der ersten Wellenlänge von dem ersten oder ggf. dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff umgewandelt wird. Auf diese Weise kann der Anteil an konvertierter Strahlung gezielt erhöht werden und daher vorteilhafterweise ein Bauelement mit einer geringeren Menge an Wellenlängenkonversionsstoffen realisiert werden gegenüber einem Bauelement ohne zweite selektiv reflektierende Schicht.

**[0037]** Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform weisen die erste und/oder ggf. die zweite selektiv reflektierende Schicht eine Schichtenfolge mit dielektrischen Schichten mit alternierend hohem und niedrigem Brechungsindex auf. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der ersten und/oder ggf. der zweiten selektiv reflektierenden Schicht mit einer Schichtenfolge aus dielektrischen Schichten mit alternierend hohem und niedrigem Brechungsindex um einen Bragg-Reflektor, da ein solcher gegenüber anderen spiegelnden Schichten, wie z.B.

**[0038]** Metallschichten, in der Regel geringere Absorption der reflektierten Strahlung aufweist. Ein Bragg-Reflektor ist dem Fachmann bekannt und wird daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

**[0039]** Es sei darauf hingewiesen, dass der Halbleiterkörper in der Regel nicht Strahlung einer einzigen ersten Wellenlänge aussendet, sondern Strahlung mehrerer unterschiedlicher erster Wellenlängen, die bevorzugt von einem gemeinsamen ersten Wellenlängenbereich umfasst werden. Der erste oder ggf. der zweite Wellenlängenkonversionsstoff wandelt Strahlung zumindest von einer einzigen ersten Wellenlänge in Strahlung mindestens einer weiteren, zweiten oder dritten Wellenlänge um. In der Regel wandelt der erste oder ggf. der zweite Wellenlängenkonversionsstoff Strahlung mehrerer erster Wellenlängen, die bevorzugt von einem ersten Wellenlängenbereich umfasst werden, in Strahlung mehrerer weiterer, zweiter oder dritter Wellenlängen um, die wiederum bevorzugt von einem weiteren gemeinsamen zweiten oder dritten Wellenlängenbereich umfasst werden.

**[0040]** Der erste bzw. der zweite Wellenlängenkonversionsstoff wandelt Strahlung der ersten Wellen-

länge in Strahlung der zweiten bzw. dritten Wellenlänge um, indem er diese absorbiert, hierdurch in einen angeregten Zustand übergeht und durch Reemission von Strahlung einer größeren Wellenlänge wieder in den Grundzustand zurückkehrt.

[0041] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Fig. 1A bis Fig. 5 näher erläuterten fünf Ausführungsbeispielen.

#### Ausführungsbeispiel

[0042] Es zeigen:

[0043] Fig. 1A, eine schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelementes gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

[0044] Fig. 1B, Emissionsspektrum eines Halbleiterkörpers gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,

[0045] Fig. 1C, Emissionsspektrum eines Wellenlängenkonversionsstoffes gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,

[0046] Fig. 1D, tabellarische Darstellung einer Schichtenfolge einer selektiv reflektierenden Schicht gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,

[0047] Fig. 1E, Darstellung des Brechungsindexverlaufes in Abhängigkeit der Schichtdicke gemäß der Schichtenfolge aus Fig. 1D,

[0048] Fig. 1F, Reflektivität der selektiv reflektierenden Schicht gemäß der Fig. 1D und Fig. 1E,

[0049] Fig. 2, schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelementes gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

[0050] Fig. 3, schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelementes gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

[0051] Fig. 4, schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelementes gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel, und

[0052] Fig. 5, schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelementes gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel.

[0053] In den Ausführungsbeispielen und Figuren sind gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr kennen einzelne Elemente, wie

zum Beispiel Schichtdicken oder Partikelgrößen, zum besseren Verständnis und/oder besseren Darstellbarkeit übertrieben groß dargestellt sein.

[0054] Bei dem Ausführungsbeispiel des optoelektronischen Bauelementes gemäß Fig. 1A wird als strahlungsemitterender Halbleiterkörper 1 ein Leuchtdiodenchip (kurz „LED-Chip“) verwendet, der eine aktive Halbleiterschichtenfolge 2 umfasst, die vorliegend auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial basiert. Die Halbleiterschichtenfolge 2 erzeugt im Betrieb Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich, die im Betrieb von einer Vorderseite 3 des Halbleiterkörpers 1 emittiert wird. Ein Emissionsspektrum einer aktiven Halbleiterschichtenfolge 2, die Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich emittiert, ist zum Beispiel in Fig. 1B zu sehen. Wie hier gezeigt, werden die ersten Wellenlängen, die der Halbleiterkörper emittiert, von einem ersten Wellenlängenbereich 21 umfasst, der ein Intensitätsmaximum bei etwa bei 460 nm aufweist.

[0055] Der Halbleiterkörper 1 ist vorliegend auf einen Träger 4, beispielsweise eine Leiterplatte, montiert und wird von einer Umhüllung 5 umschlossen, die einen ersten Wellenlängenkonversionsstoff 6 und ein Matrixmaterial 7 aufweist. Der erste Wellenlängenkonversionsstoff 6 wandelt die Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer von der ersten Wellenlänge verschiedenen zweiten Wellenlänge um, die vorliegend beispielsweise aus dem gelben Spektralbereich stammt.

[0056] Als erster Wellenlängenkonversionsstoff 6, der die Strahlung der ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich, wie sie beispielsweise in Fig. 1B gezeigt ist, in Strahlung einer zweiten Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich umwandelt, kann beispielsweise YAG:Ce oder ein anderer geeigneter Granatleuchtstoff auf Basis von YAG:Ce, wie beispielsweise Cer-dotierter TbAl-Granatleuchtstoff oder Cerdotierter (Y,Gd)Al-Granatleuchtstoff oder ein mit einem Seltenerdmetall dotierter Orthosilikat-Leuchtstoff, wie beispielsweise  $A_2SiO_4:Eu^{2+}$ , wobei A für Sr und/oder Ba stehen kann, verwendet werden.

[0057] Das Emissionsspektrum eines Wellenlängenkonversionsstoffes 6, der Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich in Strahlung einer zweiten Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich umwandelt ist beispielhaft in Fig. 1C dargestellt. Wie hier zu sehen, werden die zweiten Wellenlängen, die der erste Wellenlängenkonversionsstoff 6 emittiert, ebenfalls von einem zweiten Wellenlängenbereich 61 umfasst. Das Intensitätsmaximum dieses Emissionsspektrums liegt bei ca. 560 nm.

**[0058]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1A liegt der erste Wellenlängenkonversionsstoff 6 in Form von Partikel vor, die in dem Matrixmaterial 7 der Umhüllung 5 vorzugsweise im Wesentlichen homogen verteilt sind.

**[0059]** „Im Wesentlichen homogen verteilt“ bedeutet im vorliegenden Zusammenhang, dass die Partikel des Wellenlängenkonversionsstoffes 6 zumindest in einem Teilvolumen des Matrixmaterials 7 weitestgehend gleichmäßig verteilt sind. Insbesondere bedeutet es, dass die Partikel möglichst nicht oder in vernachlässigbarer Weise agglomeriert sind. Allerdings ist es dabei nicht ausgeschlossen, dass, z.B. auf Grund von Sedimentation der Partikel während des Aushärtens des Matrixmaterials 7, eine geringfügige Abweichung der Anordnung der Partikel in dem Matrixmaterial 7 von einer idealen Gleichverteilung auftritt.

**[0060]** Von der strahlungsemitierenden Vorderseite 3 und den Flanken des Halbleiterkörpers 1 gemäß Fig. 1A ist vorliegend eine erste selektiv reflektierende Schicht 8 umfasst, die Strahlung der zweiten Wellenlänge selektiv in die Umhüllung 5 reflektiert und durchlässig ist für Strahlung der ersten Wellenlänge.

**[0061]** Die erste selektiv reflektierende Schicht 8 umfasst beispielsweise eine Abfolge aus dielektrischen Schichten mit alternierend niedrigem und hohem Brechungsindex. Bevorzugt ist der Brechungsindexunterschied zwischen den Materialien hoch, damit die Zahl der Schichten gering ausfällt. Weiterhin absorbieren die verwendeten dielektrischen Materialien bevorzugt nur geringfügig Strahlung der ersten Wellenlänge und Strahlung der zweiten Wellenlänge. Eine Schichtenfolge, die geeignet ist, bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1A bis Fig. 1C als erste selektiv reflektierende Schicht 8 eingesetzt zu werden, ist in Fig. 1D tabellarisch aufgeführt.

**[0062]** Als niedrig brechendes Material wird hierbei Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) mit einem Brechungsindex von ca. 1,5 verwendet. Diese niedrig brechenden  $\text{SiO}_2$ -Schichten wechseln sich mit hoch brechenden Schichten ab, die beispielsweise Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ) mit einem Brechungsindex von ca. 2,9 umfassen. Anstelle des Titandioxids kann beispielsweise auch Magnesiumfluorid ( $\text{MgF}_2$ ), Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Tantalexid ( $\text{TaO}$ ) oder Hafniumdioxid ( $\text{HfO}_2$ ) als hoch brechendes Material verwendet werden. Diese Schichten können in der Regel aufgedampft, aufgesputtert oder mittels chemischer Verfahren (chemical vapour deposition, kurz „CVD“) aufgebracht werden.

**[0063]** Weiterhin kann als erste selektiv reflektierende Schicht 8 auch eine Schichtenfolge aus epitaktisch gewachsenen Schichten aufgebracht werden, die beispielsweise alternierend aus GaN-Schichten und  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ -Schichten aufgebaut sind, wobei durch

Wahl des Aluminiumanteils der Brechungsindexunterschied zwischen den Schichten geeignet eingestellt wird.

**[0064]** Fig. 1E zeigt den Brechungsindex der Schichtenfolge der ersten selektiv reflektierenden Schicht 8 in Abhängigkeit der Schichtdicke gemäß der tabellarischen Aufstellung der Fig. 1D. Die Schichtenfolge gemäß der Fig. 1D und Fig. 1E umfasst eine Abfolge von zehn Schichtpaaren, die jeweils eine  $\text{SiO}_2$ -Schicht mit einem niedrigen Brechungsindex von ca. 1,5 und eine  $\text{TiO}_2$ -Schicht mit einem hohen Brechungsindex von ca. 2,9 aufweist. Weiterhin ist die Schichtenfolge so aufgebaut, dass Schichtpaare zu Schichtpaketen zusammengefasst sind, deren  $\text{SiO}_2$ -Schichten bzw.  $\text{TiO}_2$ -Schichten jeweils ähnliche Dicken aufweisen.

**[0065]** Wie den Fig. 1D und Fig. 1E zu entnehmen ist, umfasst das erste Schichtpaket die Schichten eins bis sechs, also drei Schichtpaare aus jeweils einer  $\text{TiO}_2$ -Schicht (hoher Brechungsindex von ca. 2,9) und einer  $\text{SiO}_2$ -Schicht (niedriger Brechungsindex von ca. 1,5), wobei die Dicken der  $\text{TiO}_2$ -Schichten zwischen ca. 60 nm und ca. 80 nm und die Dicken der  $\text{SiO}_2$ -Schichten zwischen ca. 128 nm und ca. 200 nm liegen. Das zweite Schichtpaket umfasst die Schichten sieben bis vierzehn, also vier Schichtpaare aus jeweils einer  $\text{TiO}_2$ -Schicht und einer  $\text{SiO}_2$ -Schicht, wobei die Dicken der  $\text{TiO}_2$ -Schichten zwischen ca. 60 nm und ca. 80 nm und die Dicken der  $\text{SiO}_2$ -Schichten zwischen ca. 60 nm und ca. 95 nm liegen. Das dritte Schichtpaket ist ähnlich zu dem ersten Schichtpaket aufgebaut. Es umfasst die Schichten fünfzehn bis zwanzig, wobei die Dicken der  $\text{TiO}_2$ -Schichten zwischen ca. 60 nm und ca. 80 nm und die Dicken der  $\text{SiO}_2$ -Schichten zwischen ca. 110 nm und ca. 200 nm liegen. Der Dickenunterschied zwischen der niedrig brechenden  $\text{SiO}_2$ -Schicht und der hoch brechenden  $\text{TiO}_2$ -Schicht eines Schichtpaares ist somit innerhalb des ersten und des dritten Schichtpaketes deutlich größer als innerhalb des zweiten Schichtpaketes.

**[0066]** Die Schichtenfolge gemäß der Fig. 1D und Fig. 1E reflektiert Strahlung selektiv, wie das Reflexionsspektrum der Fig. 1F zeigt. Die Reflektivität dieser Schichtenfolge ist gering für Wellenlängen  $\lambda < 500$  nm, während sie für Wellenlängen  $\lambda > 500$  nm nahezu 100% beträgt. Die hohe Reflektivität über einen relativ großen Wellenlängenbereich (von ca. 500 nm bis ca. 800 nm) wird insbesondere durch den oben beschriebenen Aufbau mit den unterschiedlichen Dicken der hoch brechenden und der niedrig brechenden Schichten erzielt.

**[0067]** Bei dem Bauelement gemäß Fig. 1A wird Strahlung der ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich innerhalb der aktiven Halbleiterschichtenfolge 2 erzeugt und bis auf geringe Anteile der Strahlung, die von den Flanken des Halbleiterkör-



pers 1 ausgesendet werden, von dessen Vorderseite 3, abgestrahlt. Da die erste selektiv reflektierende Schicht 8 durchlässig ist für die Strahlung der ersten Wellenlänge, durchläuft sie diese nahezu ungehindert und dringt in die Umhüllung 5 mit dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff 6. Trifft Strahlung der ersten Wellenlänge auf ein Partikel des ersten Wellenlängenkonversionsstoffes 6, so wird diese in Strahlung der zweiten Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich umgewandelt. Beim Durchlaufen der Umhüllung 5 wird so ein Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung der zweiten Wellenlänge umgewandelt, während ein weiterer Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge die Umhüllung 5 unkonvertiert durchläuft, so dass das Bauelement Mischstrahlung mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel aussendet, die Strahlung der ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich und Strahlung der zweiten Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich aufweist. Trifft konvertierte Strahlung der zweiten Wellenlänge auf die erste selektiv reflektierende Schicht 8, so wird sie von dieser zurück in die Umhüllung 5 reflektiert und wird vorteilhafterweise nicht von dem Halbleiterkörper 1 absorbiert.

**[0068]** Bei dem optoelektronischen Bauelement gemäß dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** ist im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß der **Fig. 1A** die erste selektiv reflektierende Schicht 8 auch seitlich des Halbleiterkörpers 1 auf dem Boden des Trägers 4 ausgebildet. Alternativ zu der ersten selektiv reflektierenden Schicht 8 kann seitlich des Halbleiterkörpers 1 auch eine glatt oder diffus in einem breiten Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes, also eine nicht selektiv reflektierende Schicht 9 ausgebildet sein, beispielsweise eine Metallschicht, die Gold oder Silber aufweist.

**[0069]** Im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen gemäß den **Fig. 1A** und **Fig. 2** ist der erste Wellenlängenkonversionsstoff 6 bei dem optoelektronischen Bauelement gemäß der **Fig. 3** nicht in der Umhüllung 5 enthalten, sondern wird von einer ersten Wellenlängenkonversionsschicht 10 umfasst, die auf die Vorderseite 3 des Halbleiterkörpers 1 angrenzend an die erste selektiv reflektierende Schicht 8 aufgebracht ist. Wie die Umhüllung 5 weist die erste Wellenlängenkonversionsschicht 10 ein Matrixmaterial 11 auf, in dem die Partikel des ersten Wellenlängenkonversionsstoffes 6 vorzugsweise im Wesentlichen homogen verteilt sind.

**[0070]** Im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen gemäß den **Fig. 1A**, **Fig. 2** und **Fig. 3** umfasst das optoelektronische Bauelement gemäß **Fig. 4** einen zweiten Wellenlängenkonversionsstoff 12, der einen Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer von der ersten und zweiten Wellenlänge verschiedenen dritten Wellenlänge umwandelt.

Der zweite Wellenlängenkonversionsstoff 12 weist vorliegend ebenfalls Partikel auf, die in einem Matrixmaterial 13 einer zweiten Wellenlängenkonversionsschicht 14 vorzugsweise im Wesentlichen homogen verteilt sind. Die zweite Wellenlängenkonversionsschicht 14 ist, wie die erste Wellenlängenkonversionsschicht 10 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3**, angrenzend an die erste selektiv reflektierende Schicht 8 angeordnet, die von der Vorderseite 3 des Halbleiterkörpers 1 umfasst ist.

**[0071]** Die zweite Wellenlängenkonversionsschicht 14 mit dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff 12 kann beispielsweise in Verbindung mit einem Halbleiterkörper 1 verwendet werden, dessen aktive Halbleiterschichtenfolge 2 elektromagnetische Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem ultravioletten Bereich erzeugt. In diesem Fall wandelt der zweite Wellenlängenkonversionsstoff 12 bevorzugt einen Teil der ultravioletten Strahlung des Halbleiterkörpers 1 in Strahlung einer dritten Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich um, während ein weiterer Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge aus dem ultravioletten Spektralbereich bevorzugt von dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff 6 in Strahlung einer zweiten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich umgewandelt wird, so dass das Bauelement Mischstrahlung aus Strahlung der ersten Wellenlänge und Strahlung der zweiten Wellenlänge mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel aussendet. Bevorzugt wird die Strahlung der ersten Wellenlänge durch den ersten Wellenlängenkonversionsstoff 6 und den zweiten Wellenlängenkonversionsstoff 12 hierbei vollständig in Strahlung der zweiten und der dritten Wellenlänge umgewandelt.

**[0072]** Der zweite Wellenlängenkonversionsstoff 12, beispielsweise enthalten in einer zweiten Wellenlängenkonversionsschicht 14 wie in **Fig. 4**, kann aber auch in Verbindung mit einem Halbleiterkörper 1 verwendet werden, der Strahlung einer ersten Wellenlänge aus dem sichtbaren, beispielsweise blauen, Spektralbereich aussendet. In diesem Fall wandelt der zweite Wellenlängenkonversionsstoff 12 in der Wellenlängenkonversionsschicht 14 einen Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer dritten Wellenlänge aus dem roten Spektralbereich um, während der erste Wellenlängenkonversionsstoff 10 in der Umhüllung 5 einen weiteren Teil der Strahlung der ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich in Strahlung einer zweiten Wellenlänge aus dem grünen Spektralbereich umwandelt. Das Bauelement sendet in diesem Fall ebenfalls Mischstrahlung mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel aus, die Strahlung der ersten Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich, Strahlung der zweiten Wellenlänge aus dem grünen Spektralbereich und Strahlung der dritten Wellenlänge aus dem roten Spektralbereich umfasst.



**[0073]** Im Unterschied zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen gemäß der Fig. 1A, Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 4 ist der Halbleiterkörper 1 bei dem Bauelement gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 nicht auf einen Träger 4 montiert, sondern in eine Reflektorwanne 15 eines Bauelementgehäuses, die der Strahlformung dient. Wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1A ist der Halbleiterkörper 1 von einer Umhüllung 5 umgeben, die den ersten Wellenlängenkonversionsstoff 10 umfasst. Weiterhin weist das Bauelement gemäß der Fig. 5 im Unterschied zu den bislang beschriebenen Ausführungsbeispielen eine zweite selektiv reflektierende Schicht 16 auf, die dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff 6 in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers 1 nachgeordnet ist und einen definierten Teil der von dem Halbleiterkörper 1 emittierten Strahlung der ersten Wellenlänge zurück in die den ersten Wellenlängenkonversionsstoff 6 umfassende Umhüllung 5 reflektiert und durchlässig ist für konvertierte Strahlung der zweiten Wellenlänge. Wie die erste selektiv reflektierende Schicht 8 ist auch die zweite selektiv reflektierende Schicht 16 beispielsweise aus dielektrischen Schichten mit alternierend hohem und niedrigem Brechungsindex aufgebaut. Nachfolgend in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers 1 ist auf die zweite selektiv reflektierende Schicht 16 weiterhin Matrixmaterial 7 der Umhüllung 5 aufgebracht.

**[0074]** Der erste und der zweite Wellenlängenkonversionsstoff 6, 12 sind vorzugsweise aus der Gruppe gewählt, die durch die folgenden Stoffe gebildet wird: mit Metallen der seltenen Erden dotierte Granate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Erdalkalisulfide, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Thioalate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Aluminate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Orthosilikate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Chlorosilikate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Erdalkalisiliziumnitride, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Oxynitride und mit Metallen der seltenen Erden dotierte Aluminiumoxinitride.

**[0075]** Als Matrixmaterial für die Umhüllung 5, die erste Wellenlängenkonversionsschicht 10 und die zweite Wellenlängenkonversionsschicht 14 eignen sich bevorzugt transparent aushärtbare polymere Materialien, wie Epoxide, Acrylate, Polyester, Polyamide, Polyimide, Polyurethane, Polyvinylchlorid, Silikone, Polysiloxan-haltige Polymere oder auch Mischungen dieser Materialien.

**[0076]** Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbei-

spielen angegeben ist.

## Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement mit:

- einem Halbleiterkörper (1), der eine aktive Halbleiterschichtenfolge (2) umfasst, die geeignet ist, elektromagnetische Strahlung einer ersten Wellenlänge zu erzeugen, die von einer Vorderseite (3) des Halbleiterkörpers (1) emittiert wird,
- einem dem Halbleiterkörper (1) in dessen Abstrahlrichtung nachgeordneten ersten Wellenlängenkonversionsstoff (6), der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer von der ersten Wellenlänge verschiedenen zweiten Wellenlänge umwandelt, und
- einer ersten selektiv reflektierenden Schicht (8) zwischen der aktiven Halbleiterschichtenfolge (2) und dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff (6), die Strahlung der zweiten Wellenlänge selektiv reflektiert und für Strahlung der ersten Wellenlänge durchlässig ist.

2. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 1, bei dem die erste selektiv reflektierende Schicht (8) monolithisch in die strahlungsemitierende Vorderseite (3) des Halbleiterkörpers (1) integriert ist.

3. Optoelektronisches Bauelement nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die erste selektiv reflektierende Schicht (8) auch seitlich des Halbleiterkörpers (1) ausgebildet ist.

4. Optoelektronisches Bauelement nach einem der obigen Ansprüche, bei dem seitlich des Halbleiterkörpers (1) eine weitere reflektierende Schicht (9) ausgebildet ist.

5. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 4, bei dem die weitere reflektierende Schicht (9) eine Metallschicht ist.

6. Optoelektronisches Bauelement nach einem der obigen Ansprüche, das Mischstrahlung aussendet, die Strahlung der ersten Wellenlänge und Strahlung der zweiten Wellenlänge umfasst.

7. Optoelektronisches Bauelement nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die erste Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich und die zweite Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich stammen.

8. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, das einen zweiten Wellenlängenkonversionsstoff (12) umfasst, der Strahlung der ersten Wellenlänge in Strahlung einer von der ersten und zweiten Wellenlänge verschiedenen dritten Wellenlänge umwandelt.

9. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 8, bei dem die erste Wellenlänge aus dem ultravioletten Spektralbereich und die zweite und die dritte Wellenlänge aus dem sichtbaren Spektralbereich stammen und das Bauelement Mischstrahlung aussendet, die Strahlung der zweiten und der dritten Wellenlänge aufweist.

10. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 8, bei dem die erste, die zweite und die dritte Wellenlänge aus dem sichtbaren Spektralbereich stammen und das Bauelement Mischstrahlung aussendet, die Strahlung der ersten, der zweiten und der dritten Wellenlänge aufweist.

11. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 10, bei dem die erste Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich, die zweite Wellenlänge aus dem roten Spektralbereich und die dritte Wellenlänge aus dem grünen Spektralbereich stammen.

12. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 8 bis 11, bei dem die erste selektiv reflektierende Schicht (8) Strahlung der zweiten und der dritten Wellenlänge selektiv reflektiert und für Strahlung der ersten Wellenlänge durchlässig ist.

13. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 12, bei dem die Mischstrahlung einen Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel aufweist.

14. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem der Halbleiterkörper (1) mit einer für die Strahlung des Bauelementes durchlässigen Umhüllung (5) versehen ist.

15. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 14, bei dem die Umhüllung (5) den ersten und/oder ggf. den zweiten Wellenlängenkonversionsstoff (6, 12) umfasst.

16. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 15, bei dem die Umhüllung (5) ein Matrixmaterial (7) aufweist und der erste und/oder ggf. der zweite Wellenlängenkonversionsstoff (6, 12) Partikel, die in das Matrixmaterial (7) der Umhüllung (5) eingebettet sind.

17. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei dem der erste Wellenlängenkonversionsstoff (6) von einer ersten Wellenlängenkonversionsschicht (10) umfasst ist.

18. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 8 bis 17, bei dem der zweite Wellenlängenkonversionsstoff (12) von der ersten Wellenlängenkonversionsschicht (10) oder einer zweiten Wellenlängenkonversionsschicht (14) umfasst ist.

19. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 17 oder 18, bei dem die erste oder ggf. die zweite Wellenlängenkonversionsschicht (10, 14) angrenzend an den Halbleiterkörper (1) angeordnet ist.

20. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 19, bei dem die erste und/oder ggf. die zweite Wellenlängenkonversionsschicht (10, 14) eine konstante Dicke aufweist.

21. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 20, bei dem die erste und/oder ggf. die zweite Wellenlängenkonversionsschicht (10, 14) ein Matrixmaterial (11, 13) aufweist und der erste und/oder ggf. der zweite Wellenlängenkonversionsstoff (6, 12) Partikel, die in dem Matrixmaterial (11, 13) der ersten/zweiten Wellenlängenkonversionsschicht (10, 14) eingebettet sind.

22. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 16 und 21, bei dem die Partikel des ersten und/oder ggf. des zweiten Wellenlängenkonversionsstoffes (6, 12) im Wesentlichen homogen in dem Matrixmaterial (7) der Umhüllung (5) oder dem Matrixmaterial (11, 13) der ersten und/oder ggf. der zweiten Wellenlängenkonversionsschicht (10, 14) verteilt sind.

23. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 8 bis 22, bei dem der erste und der zweite Wellenlängenkonversionsstoff (6, 12) in zwei räumlich voneinander getrennten Bereichen angeordnet sind.

24. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 23, bei dem der Bereich, der den ersten Wellenlängenkonversionsstoff (6) enthält und der Bereich, der den zweiten Wellenlängenkonversionsstoff (12) enthält, der strahlungsemitierenden Vorderseite (3) des Halbleiterkörpers (1) in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers (1) so nachgeordnet sind, dass die Wellenlänge in die die Strahlung der ersten Wellenlänge von dem jeweiligen Wellenlängenkonversionsstoff (6, 12) konvertiert wird, vom Halbleiterkörper (1) her gesehen in dessen Abstrahlrichtung jeweils kürzer ist als die Wellenlängenlänge in die der bezüglich der Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers (1) vorangehende Wellenlängenkonversionsstoff (6, 12) die Strahlung der ersten Wellenlänge konvertiert.

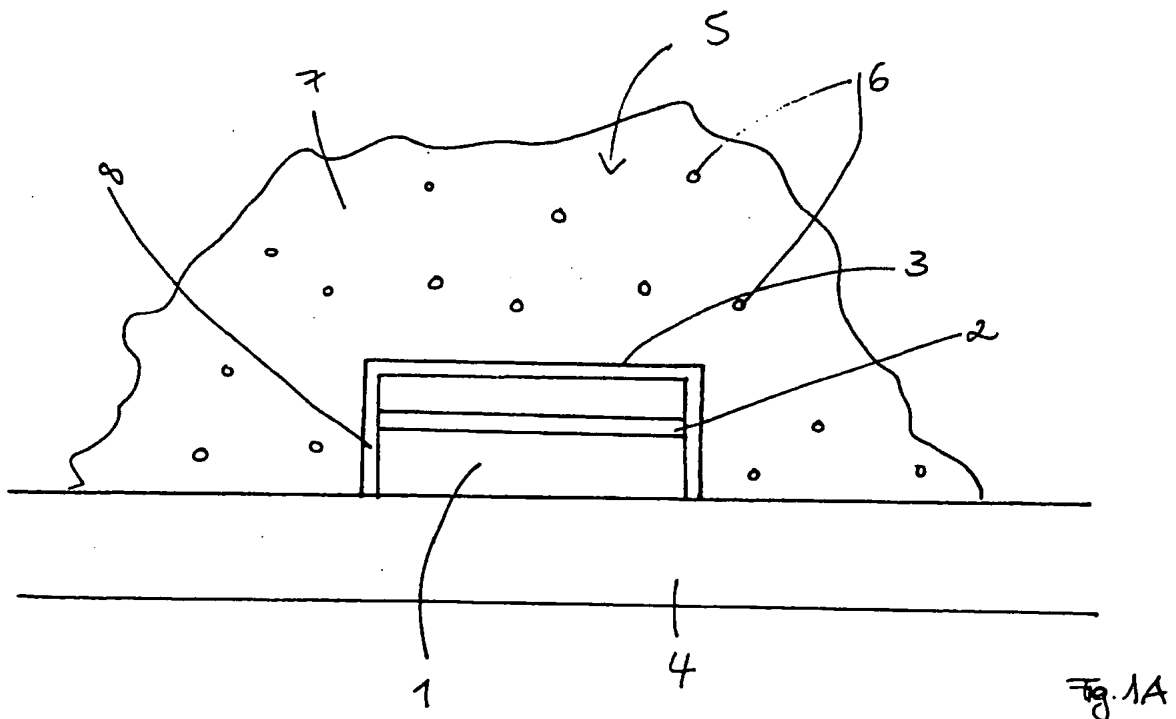
25. Optoelektronisches Bauelement nach einem der obigen Ansprüche, bei dem dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff (6) und ggf. dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff (12) in Abstrahlrichtung des Halbleiterkörpers (1) eine zweite selektiv reflektierende Schicht (16) nachgeordnet ist, die einen vorgegeben Anteil der Strahlung der ersten Wellenlänge selektiv reflektiert und durchlässig ist für einen weiteren Teil der Strahlung der ersten Wellenlängen und für Strahlung der zweiten Wellenlänge und ggf.

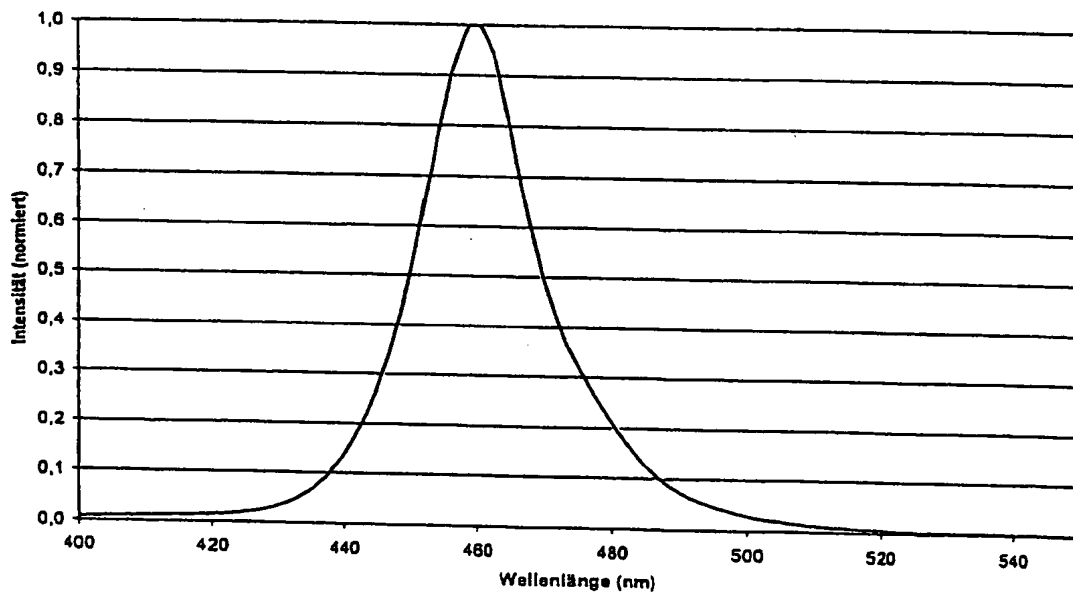
für Strahlung der dritten Wellenlänge.

26. Optoelektronisches Bauelement nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die erste selektiv reflektierende Schicht (**8**) und/oder ggf. die zweite selektiv reflektierende Schicht (**16**) eine Schichtenfolge mit dielektrischen Schichten aufweist, die alternierend einen hohen und einen niedrigen Brechungsindex haben.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

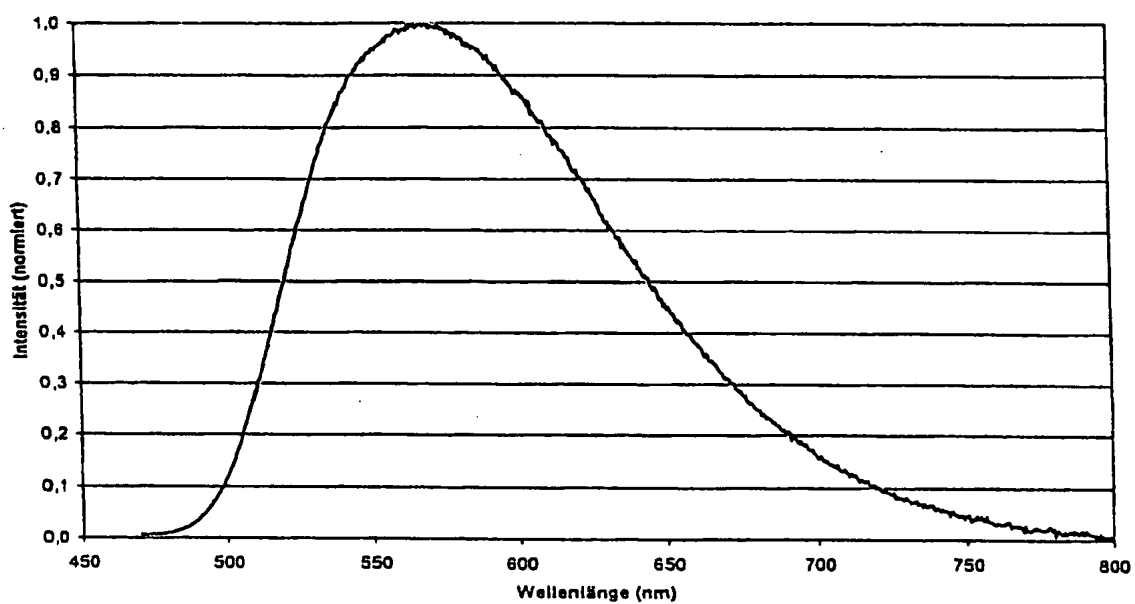
Anhängende Zeichnungen





21

Fig. 1B



61

Fig. 1C

Schichtpalet	Schichtnr.	Material	Schichtdicke/ [nm]	Brechungsindex
1	1	TiO <sub>2</sub>	60,14	2,9
	2	SiO <sub>2</sub>	128,37	1,458
	3	TiO <sub>2</sub>	64,18	2,9
	4	SiO <sub>2</sub>	184,07	1,458
	5	TiO <sub>2</sub>	77,54	2,9
	6	SiO <sub>2</sub>	198,06	1,458
2	7	TiO <sub>2</sub>	73,36	2,9
	8	SiO <sub>2</sub>	63,35	1,458
	9	TiO <sub>2</sub>	67,31	2,9
	10	SiO <sub>2</sub>	78,97	1,458
	11	TiO <sub>2</sub>	60,6	2,9
	12	SiO <sub>2</sub>	92,49	1,458
	13	TiO <sub>2</sub>	63,23	2,9
	14	SiO <sub>2</sub>	70,87	1,458
3	15	TiO <sub>2</sub>	72	2,9
	16	SiO <sub>2</sub>	193,08	1,458
	17	TiO <sub>2</sub>	64,56	2,9
	18	SiO <sub>2</sub>	109,53	1,458
	19	TiO <sub>2</sub>	63,25	2,9
	20	SiO <sub>2</sub>	170,76	1,458

Fig. 1: D



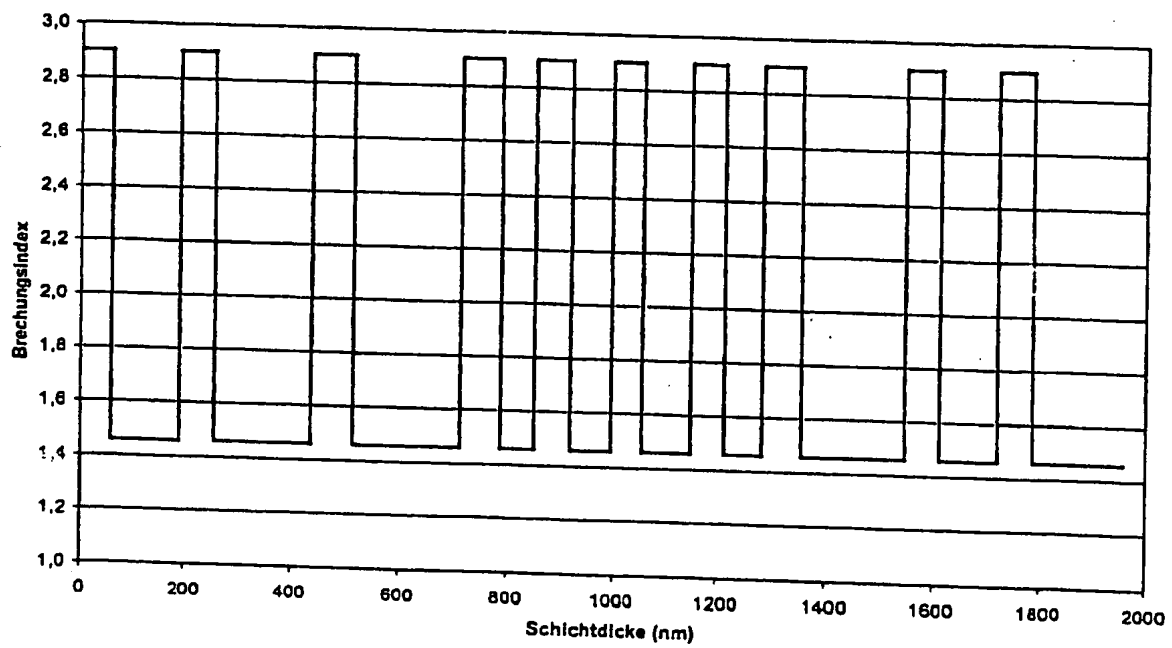


Fig 1E

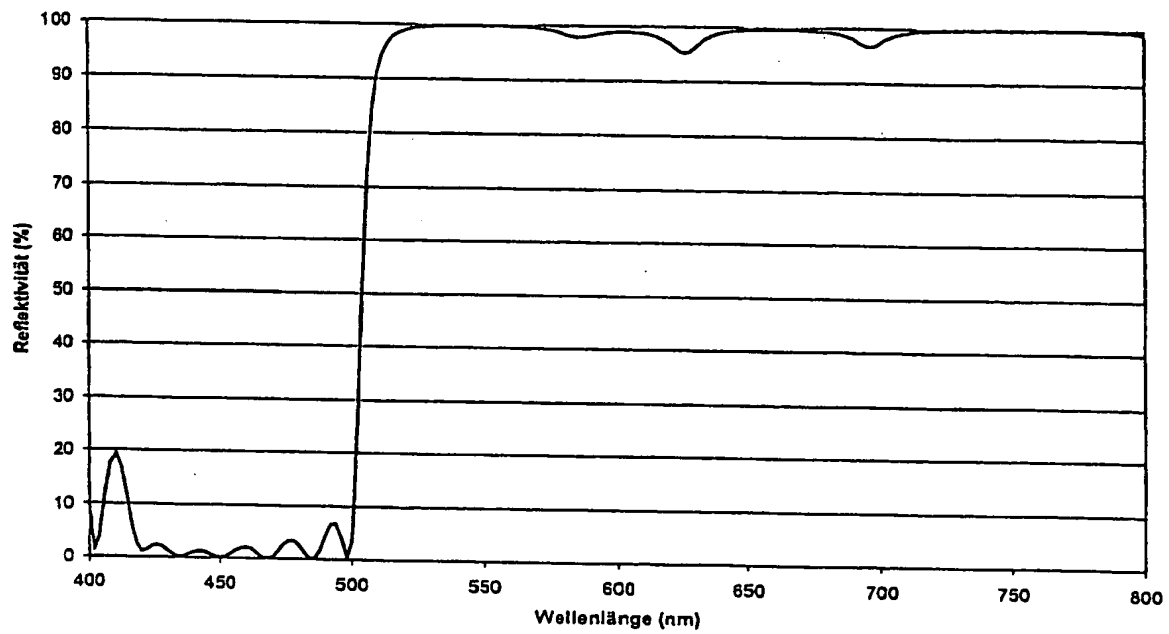
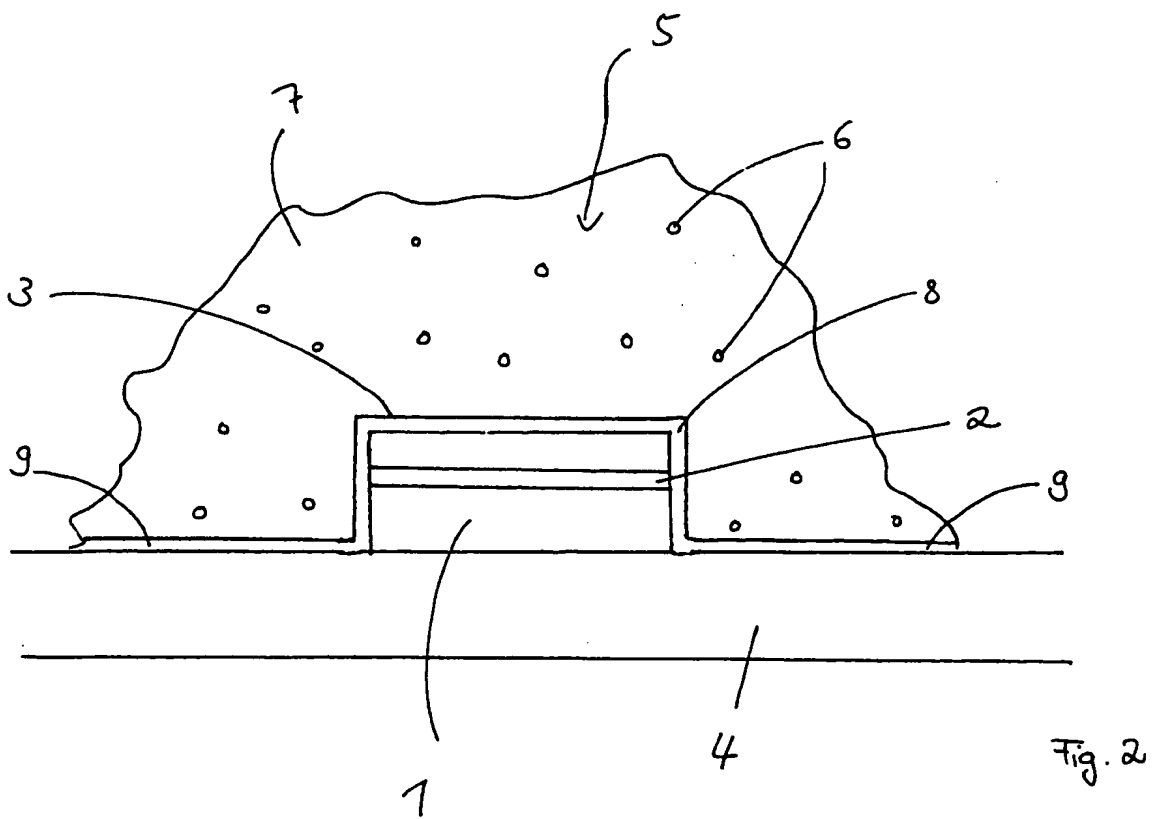


Fig 1F



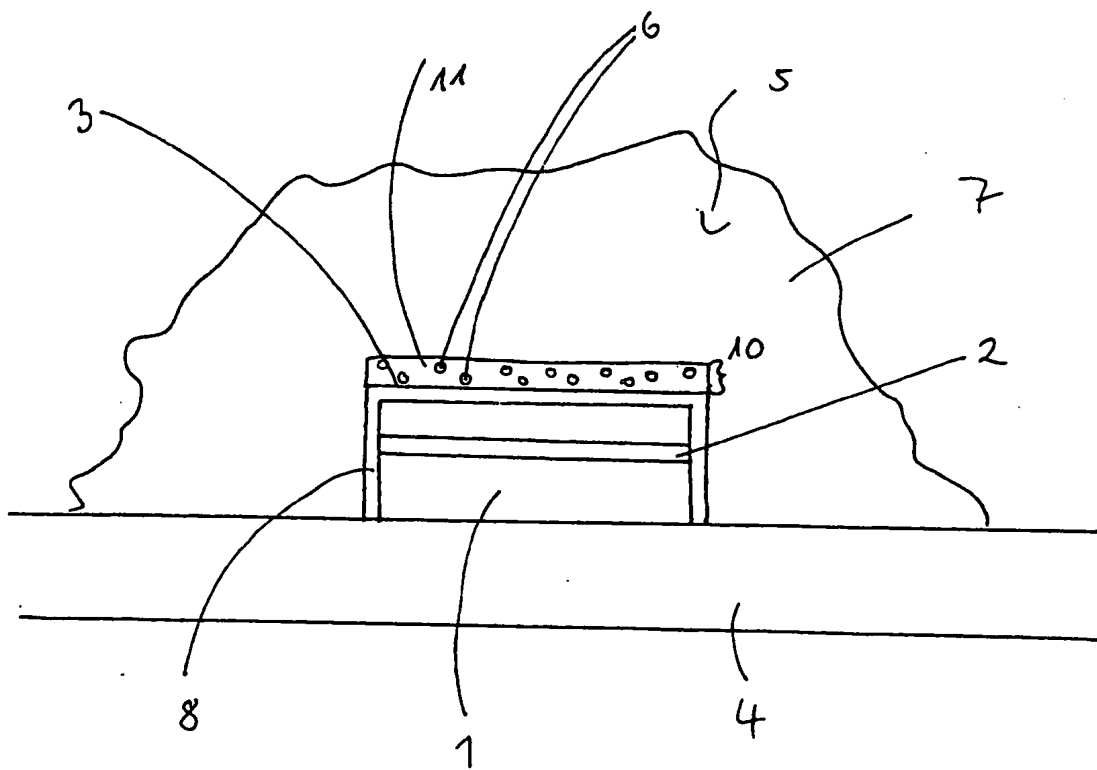


Fig. 3

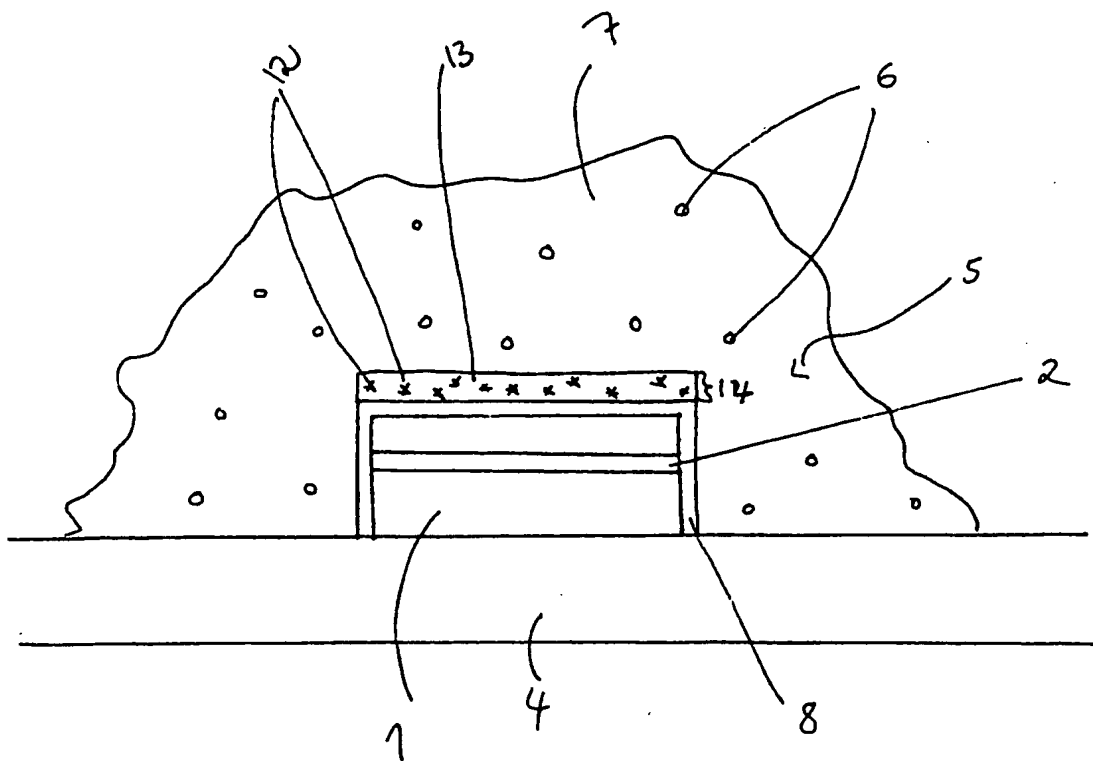


Fig. 4

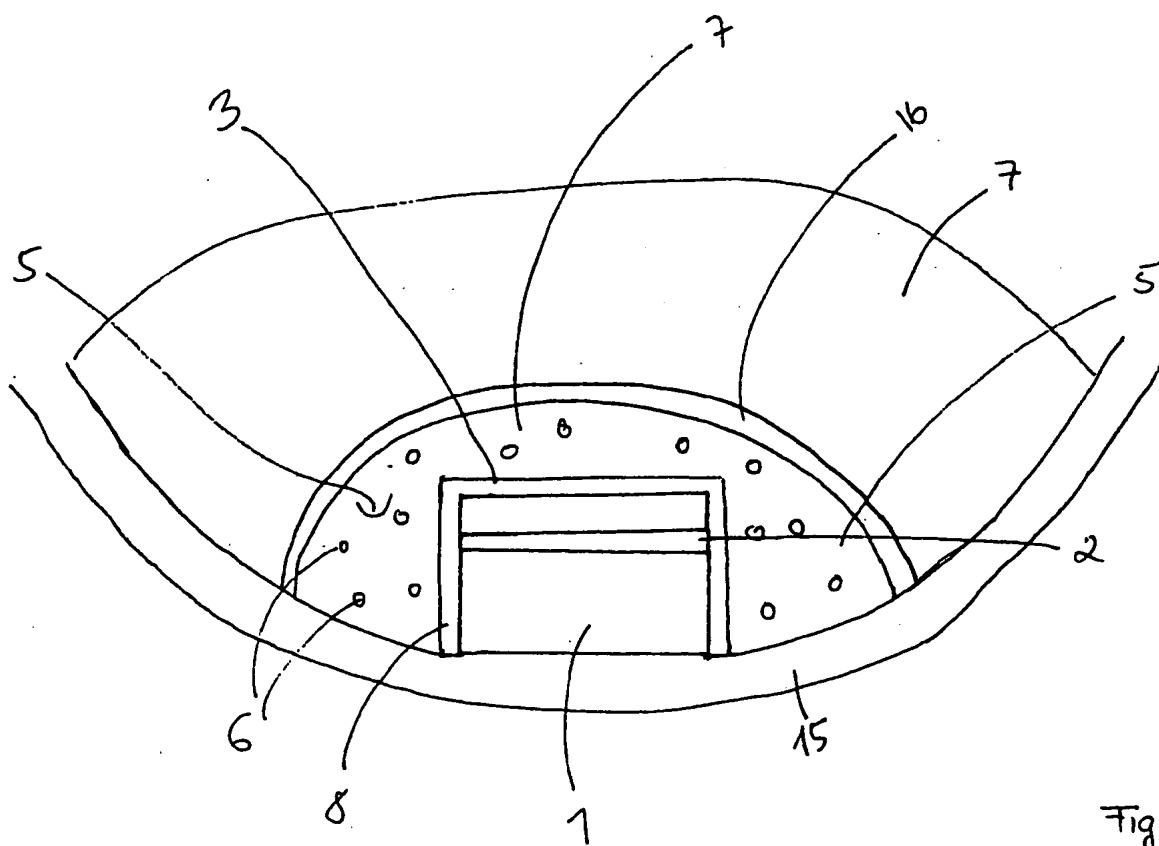


Fig. 5